

**FACULDADE DOCTUM DE JOÃO MONLEVADE
INSTITUTO ENSINAR BRASIL – REDE DOCTUM DE ENSINO**

**ANÁLISE DO CONFORTO ERGONÔMICO POR MEIO DA AVALIAÇÃO DE
ILUMINÂNCIA DO AMBIENTE: Um estudo de campo aplicado a uma IES**

**Deleon Martiniano dos Santos^{*}
Marco Túlio Domingues Costa^{**}**

RESUMO

O presente trabalho tem como principal objetivo de estudo comparar e avaliar os níveis de eficiência da iluminação no ambiente acadêmico, qualidade da iluminação artificial das salas de aulas de uma rede de ensino superior, para, se necessário, propor melhorias as condições do ambiente de ensino, visando conforto, segurança e produtividade. O método quantitativo, com o modo de pesquisa descritiva, utilizado o método de pesquisa de campo na instituição de ensino em João Monlevade, foi realizado medições para verificação de níveis de iluminância das salas de aulas e outros recintos, conforme padrão NBR 5382 (1985) e NBR 5413 (1992). Para coleta de dados foi utilizado a medição de iluminação através do luxímetro, onde os dados foram analisados e comparados para posterior verificação se os níveis de iluminação são os especificados pelas normas. Os resultados obtidos apresentaram aos responsáveis da instituição de ensino superior qual atual cenário em que os alunos têm realizados práticas de aprendizagem, considerando eficiência e conforto ergonômico, além da proposição de medidas para otimizar o ambiente de ensino.

Palavras-chave: Iluminância. Ergonomia. Conforto Ergonômico. IES.

1 INTRODUÇÃO

^{*} Deleon Martiniano dos Santos-Graduando de Engenharia de Produção da Unidade Doctum-João Monlevade: deleonsantos11@gmail.com

^{**} Marco Túlio Domingues Costa-Engenharia de Produção e Segurança do Trabalho-Coordenador do Curso de Engenharia de Produção da Unidade Doctum de João Monlevade; coord.producao.jm@doctum.edu.br

O modo de enfatizar a importância da iluminação para o progresso da humanidade deve-se ressaltar seu valor no ambiente acadêmico. Destacando que para que os desempenhos sejam melhorados, é relevante analisar fatores ligados a aprendizagem. De tais aspectos a infraestrutura, qual disponibiliza para o consumidor um ambiente confortável e de grande espaço para práticas de exercícios educativos (CAMARGO, 2014)

O bem-estar visual é um fator que se torna importante quando o ambiente construído é uma instituição de ensino. Pesquisas mostram que o desenvolvimento do aluno pode estar ligado a condição da iluminação da sala de aula.

A relação de bem-estar ressalta o comportamento da luz natural no interior do ambiente da infraestrutura como primordial, de forma que o ambiente seja iluminado o suficiente prezando pela saúde dos ocupantes do ambiente. Dentre tais aspectos importantes, são eles: implantação de edificação, considerar uma condição geográfica; o design utilizado na edificação; dispositivos de proteção solar para controle de entrada de luz natural, a fim de evitar entrada de raios solares que podem acarretar desconforto visual e aquecimento térmico impertinente. O sistema de controle de iluminação artificial deve ter sua importância nas mãos do arquiteto ou engenheiro no ato de desenvolvimento do projeto, levando em conta o posicionamento de luminárias é melhor distribuição da luz no ambiente em suas corretas medidas. A união dos sistemas de iluminação natural e artificial irá proporcionar um aumento da qualidade e conforto da infraestrutura. (HYBINER, 2015)

Dos fatores que influenciam o processo de aprendizado dos acadêmicos, as condições dos ambientes são de uma grande importância. Os sentidos são muitos utilizados no momento do aprendizado, sendo um mais importante a visão. A qualidade da iluminação contribui para melhor desempenho de tal sentido. A qualidade tanto do ensino quanto do ambiente está diretamente ligada. Ainda mais tratando se de aulas noturnas, onde é mais necessária a iluminação artificial. (BERTOLOTTI, 2007)

Souza (2003), mediante estudos, constatou que as condições dos docentes onde exercem suas capacidades físicas, cognitivas e afetivas para cumprir a produção acadêmica ou escolar, gerando esforços ou excessiva pratica de suas funções psíquicas e fisiológicas, contudo pode não haver tempo para a recuperação o que pode desencadear sintomas de problemas clínicos que pode levar ao

indivíduo afastamento de sua atividade. A ergonomia se preocupa com as condições gerais de trabalho, como, iluminação, ruídos e temperatura, agentes estes conhecidos como gerados de mal-estar na saúde física e mental, o qual o estudo tem como foco procurar caminhos para correção.

Ergonomia tem sido utilizada em diversos fatores é diversas atividades. Tratado como um estudo entre homem e trabalho, ambiente e equipamento, com grande conhecimento em anatomia, fisiologia e psicologia na resolução de problemas envolvendo tais aspectos, buscando a eficiência, produtividade, segurança e saúde.

Técnicas ergonômicas têm crescido nas organizações, em conjunto com o desenvolvimento da tecnologia com relação à adequação do homem por se tratar de um aspecto primordial para análises de problemas relacionados a doenças de trabalho, qualidade de vida, questões fisiológicas e biomecânicas no ambiente físico. (ASSIS, 2014).

Mediante o respectivo cenário o presente trabalho tem por objetivo geral, avaliar a qualidade da iluminação auxiliada de normas técnicas, realizada nas salas de aulas em uma instituição de ensino superior de João Monlevade no turno da noite, o modo de analisar e comparar com as normas vigentes. A pesquisa será relevante para adequação do ambiente analisado, devido os discentes passar boa parte do tempo dentro de uma sala de aula, por esse motivo os espaços de ensino precisam ser agradáveis. Um ambiente que não e atraente ou confortável gera reclamações por parte dos usuários.

2 OBJETIVOS

A seguir serão apresentados os objetivos Geral e Específico.

2.1 Objetivos Geral

Avaliar a iluminação artificial em uma instituição de ensino superior, o modo analisar e comparar os dados, então propor adequação para o ambiente de modo a atender os requisitos normativos.

2.2Objetivos Específicos

- a)** Identificar os tipos de recintos inspecionados;
- b)** Realizar medição com aparelho luxímetro para avaliar a qualidade de iluminação do ambiente;

- c) Propor melhorias, nos casos necessários, que atendam aos requisitos normativos;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir serão apresentados alguns conceitos fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa.

3.1 Ergonomia

Kroemer (2005), determina a ergonomia de acordo com a Associação Internacional De Ergonomia (IEA) como ciência que estuda a relação de homens com outros aspectos do sistema, aplicando a teoria, princípios e métodos de projeto, com foco em otimizar o bem-estar humano e o funcionamento do sistema.

Lida (2005) é um pouco mais abrangente e descreve a ergonomia como o estudo que trata da relação entre homem e trabalho, equipamento e ambiente, e principalmente a relações de anatomia, fisiologia e psicologia na resolução de problemas derivados desse relacionamento. Problemas sociais como; saúde, segurança, eficiência e conforto podem ser resolvidos pela ergonomia, e também pode ajudar minimizar os erros, melhorando o desenvolvimento e desempenho de sistemas produtivos.

Dessa maneira, a ergonomia busca soluções para o equilíbrio e situações entre indivíduos e ferramentas de trabalho, para melhorar os resultados. A ergonomia não estuda somente a integridade física do trabalhador, como o humano se adapta no ambiente de trabalho o modo que está inserido, tornando relevante acentuar o comportamento dos indivíduos em diferentes ambientes de trabalho, a modo de identificar condições boas para o desempenho e execução da atividade. (VIDAL, 2008 apud BITENCOURT, LEMOS, 2016)

Wisner (1987) trata a ergonomia como uma gama de conhecimento científica, voltada para o homem e sua concepção para ferramenta, máquinas e meios para melhor desfrutar do conforto, segurança e eficácia. Os objetivos de uma investigação ergonômica, tem seu principal objetivo em adaptar o trabalho ao empregado e jamais o oposto, de forma a garantir a segurança e bem-estar do homem no seu ambiente de trabalho.

3.2 Iluminância e suas regulamentações

No Brasil, é a Norma Regulamentadora NR 17 que trata sobre Ergonomia. Esta norma faz menção ao principal objetivo da Ergonomia, que é estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, proporcionando conforto, segurança e desempenho eficiente (BRASIL, 1990).

A norma NR 17, estabelece padrões que auxiliam a adaptação das condições do trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, otimizando o conforto, segurança e eficiência. Essa norma regulamentadora prevê que condições do trabalhador incluem aspectos envolvendo, levantamento, transporte e descarga de materiais, equipamento e condições do ambiente do trabalho, até da organização do trabalhador, tornando cabível ao empregador a avaliação da ergonomia do trabalhador, onde o mesmo, deve aplicar as normas devidamente estabelecidas conforme o ambiente (BRASIL, 1990).

De tal forma, através de valores especificados a norma indica às condições adequadas para o conforto, saúde e segurança do trabalho. De modo pra que o ambiente atenda as condições da norma, deve atender as especificações mínimas a todos ambientes previstos pela norma. Em tudo, conclui se nos aspectos apresentados pela resolução da NR17, trata-se de um instrumento para auxiliar e analisar diferentes situações do trabalho visando a ergonomia e saúde do trabalhador. No aspecto ergonômico, um dos fatores considerados para garantia da qualidade no trabalho é o conforto lumínico.

Ruas (1999) afirma que o conforto lumínico também é conceituado em normas que são especificadas de acordo com ABNT, tais normas referem se a iluminação em ambientes, citadas pela NR17 (Ergonomia) da portaria 3214/1978 que direciona para a ABNT NBR 5413 (1992) e trata da regulamentação de iluminância de interiores. Uma das principais variáveis utilizadas para avaliação de conforto lumínico é a iluminância.

Para se medir a iluminância de um ambiente é necessário dispositivo próprio. Segundo Oliveira *et al* (2014), “a relação entre o fluxo luminoso incidente numa superfície e a unidade de área dessa superfície determina a medição ideal da iluminância, que é feita por um fotômetro calibrado em *lux*, também denominado especificamente de luxímetro”.

Considerando este aspecto, é inerente a necessidade de uma forma de padronização dos métodos de medição da iluminação para garantir um caráter único

nas análises das respostas obtidas. A baliza para orientação dos métodos de medição é a norma ABNT NBR 5382 (1985), onde trata de forma técnicas os métodos de medição especificando o ambiente e as medidas mínimas de luminância para os mesmos, juntos os tipos de aparelhos para medição da iluminância. A mesma encontra-se cancelada, no entanto a nota técnica nº 224/2014/CGNOR//DSST/SIT do ministério do trabalho, á mantém em vigor para analisar e coletas de dados para avaliação.

Outra informação importante para a avaliação da iluminância é normatizada pela ABNT NBR 5413 (1992), também relacionada ao conforto lumínico, tratando da regulamentação que envolve a iluminância de interiores. Essa norma descreve a iluminância sendo o “limite da razão do fluxo luminoso recebido pela superfície em torno de um ponto considerado, para a área da superfície quando esta tende para o zero”, ou seja, a quantidade de luz refletida em uma superfície (ERBS et al., 2017).

3.3 Relação da ergonomia e iluminância com ambientes educacionais

A importância da análise ergonômica está em todos ambientes, independentemente de se tratar ou não de um ambiente laboral. A ergonomia sendo uma ferramenta complexa e multidisciplinar tem alcance em todos setores de uma empresa, impactando em diversos aspectos da organização, contudo viabiliza no planejamento, nas projeções e avaliações de necessidades e limitações de pessoa, maquina, ambiente e processo no ato de realizações de atividades do trabalho (MARQUES *et al.*, 2009).

Ergonomia torna-se viável em diversos fatores e em diferentes atividades, o qual em todas as áreas de postos de trabalho é possível a interferência da ergonomia para otimizar de forma significativa a eficiência, produção, segurança e saúde. O desenvolvimento produtivo da organização, são atribuídas as condições da ergonomia que dispõem a procurar minimizar a fadiga, estresse, erros e acidentes, a modo proporcionar segurança, satisfação e saúde as pessoas para um bem-estar e qualidade de vida de vida (LIBARDI, 2017)

Com o objetivo de aperfeiçoar e melhorar o desempenho educacional, adota-se os procedimentos ergonômicos, para melhor a produtividade de alunos e professores. De acordo com Dias (2011), esse é um dos fatores que auxilia a qualidade do processo de ensino e aprendizado. É de grande valia que a organização ofereça condições que influenciam de modo positivo no dia-a-dia dos

clientes e usuários, proporcionando conforto, qualidade, segurança, através de um espaço aconchegante e estimulante.

De acordo com Ferreira e Moretti (2014 *apud* LIBARDI, 2017), estudos apontam a qualidade do ensino do aluno está relacionada as condições da infraestrutura das organizações, assim como a iluminação está ligada a seu rendimento em sala de aula.

A luz é um fator primordial para a visão e indispensável para o processo de desenvolvimento do cérebro, a execução de atividades e possível, na interpretação do que os olhos veem, mediante a luz, contribuindo com o aprendizado no ensino.

Contudo, se a iluminação de um ambiente escolar for ineficiente, quer seja pela má distribuição de luz natural pelo ambiente, quer seja pelo mal dimensionamento das luminárias, isso pode trazer danos à saúde dos usuários, que vão da falta de atenção até problemas com o desenvolvimento físico. (KÜLLER; LINDSTEN, 1992, *apud* LIBARDI, 2017, p, 13)

Em termos normativos, a avaliação da iluminação em ambientes escolares também é parametrizada, constando valores de referência na ABNT NBR 5413 (1992). A referida norma traz parâmetros para diversos ambientes escolares tais como, salas de aula, laboratórios, anfiteatros, sala de reuniões, entre outros.

4 CARACTERIZAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO

A Rede de Ensino Doctum é uma instituição de ensino superior privada, fundada em 1936 no município de Caratinga em Minas Gerais. Atualmente com 80 anos de história a Rede Doctum consolida seus projetos nos estados de Minas Gerais e Espírito Santos com a incorporação de instituições com os mesmos princípios e valores, que é transformar a vida pela educação, com compromisso social, mérito acadêmico, comprometimento com o resultado, seriedade e ética.

Existente a 46 anos, a Faculdade Doctum João Monlevade oferta dez cursos superiores, é uma das maiores unidades da Rede Doctum, reconhecida por ser uma das 15 melhores de Minas Gerais no ano de 2015. Contudo possui uma estrutura completa com projetos de extensão e pesquisa auxiliando na formação dos alunos, possuindo a maior biblioteca da região Médio Piracicaba, com mais de 48 mil livros e laboratórios de materiais de construções e mecânica de solos, topografia, hidráulica, ateliê de arquitetura e outros.

A Faculdade Doctum João Monlevade tem em sua rede de ensino o colégio Centec, que oferta ensino fundamental e ensino médio, e o colégio Liber, que oferta

educação infantil e ensino fundamental, oferta ainda cursos de pós-graduação, representando uma das unidades mais complexas de território de Minas Gerais.

5 METODOLOGIA

A seguir serão apresentados classificação da pesquisa e os métodos empregados.

5.1. Classificação da pesquisa

Segundo Moresi (2003), a pesquisa pode ser classificada de diferentes formas, são clássicas, e podem ser percebidas pelas suas naturezas, sendo elas: pesquisa básica ou aplicada, primeira tem o objetivo de gerar novos dados para o avanço da ciência, no entanto sem aplicação da prática do resultado, a seguinte procura adquirir conhecimentos para melhor aplicação prática voltada para solucionar erros específicos. Como visto, o respectivo trabalho tem suas características de pesquisa aplicada devida o objetivo de analisar e aplicar ferramentas da qualidade, em busca de identificar problemas, para assim selecionar a melhor solução.

A pesquisa pode ter diferentes abordagens, classificadas em: quantitativa, considerando que todos os dados podem ser quantificáveis, ou seja, informações transformam-se em dados numéricos, ou qualitativos, quando as informações são subjetivas, sem métodos e técnicas estatísticas (MORESI, 2003). Desse modo, com análise do pressuposto mencionado, o presente trabalho possui características quantitativas, o qual para coleta de informações será necessário quantificar e analisar estatisticamente os dados coletados.

Já no que se refere ao objetivo, a pesquisa pode ser exploratória, descritiva ou explicativa (GIL, 2007). A pesquisa exploratória é aquela com objetivo de buscar grande conhecimento de um tema ou problema específico, pouco abordado, de modo torná-lo acessível e compreensível para formulações de ideias.

Considerando os tipos de pesquisas e suas características, a pesquisa exploratória se adéqua as características do presente trabalho, de forma que o mesmo busca otimização de ideias para sugestão de hipóteses para solução de problemas.

Em relação aos procedimentos técnicos, podem ter diferentes categorias, sendo: levantamento ou *survey*, pesquisa experimental, modelagem e simulação,

estudo de caso, pesquisa-ação e soft system Methodology (SSM) na visão qualitativa.

Considerando as características do estudo, a presente pesquisa se enquadra como estudo de caso, sendo um tipo de pesquisa empírica, realizada na identificação e avaliação das condições existentes no ambiente estudado, de modo a ter um parecer geral da instituição de ensino superior avaliada.

5.2. Métodos empregados

O estudo foi realizado na instituição de ensino superior, Rede de Ensino Doctum no município de João Monlevade Minas Gerais, A coordenação da instituição foi informada sobre os objetivos do estudo autorizando a realização do mesmo. A coleta de dados foi realizada em dois laboratórios (os mais utilizados pelo curso de engenharia de produção), três salas de aulas, e biblioteca. Todas as medições foram realizadas no período noturno, dentro da mesma faixa de horário usualmente empregada por alunos e docentes, entre os dias de 11 e 15 de novembro de 2019

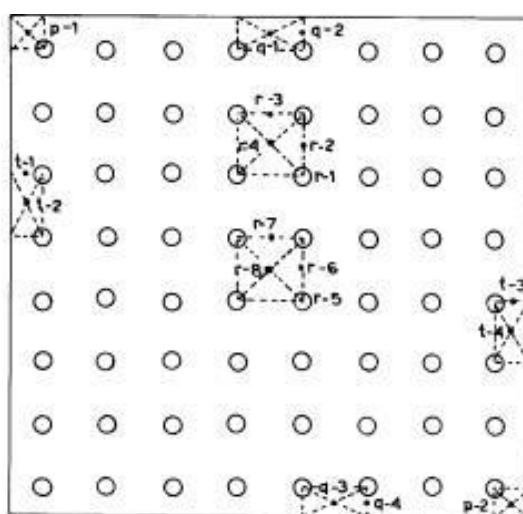
Para cada ambiente foi considerado o valor de iluminância específico calculado a partir dos métodos de cálculos descritos nas das referências normativas. Para tanto, os pontos de iluminância foram medidos através da utilização do medidor de luminosidade chamado luxímetro, considerando em todos os pontos medidos a condição de iluminação artificial. O aparelho utilizado para a realização de tais medições é da marca Minipa modelo MIM-1011 e número de série 368095, realiza sua medição por meio de um mini amperímetro ligado a uma fotocélula. O modelo do luxímetro empregado é apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Luxímetro utilizado nas medições



Os dados foram coletados de acordo com as especificações da ABNT NBR 5382 (1985). A referida norma demonstra o modo de verificação da iluminância de interiores de áreas retangulares, aparelhagem, condições de medição e métodos. Foram utilizados três tipos de ambientes de acordo com esta norma, para salas de aulas e laboratórios foram utilizados os métodos de coletas dos pontos de iluminância a distribuição apresentada na Figura 2, para sala da coordenação do curso de engenharia de produção e para as salas de estudos coletivos foi empregado o modelo da Figura 3; Já para secretaria acadêmica o modelo utilizado é apresentado na Figura 4.

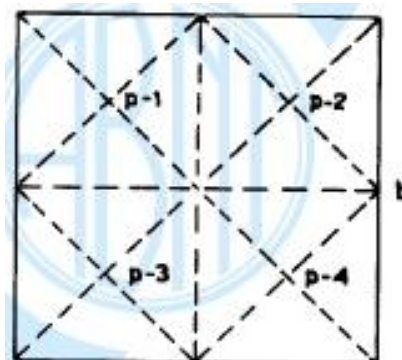
Figura 2 –Modelo 1 empregado para salas de aulas e laboratórios



Fonte: ABNT NBR 5382 (1985)

Conforme descreve a ABNT NBR 5382 (1985), situações que se enquadram à Figura 2 são aquelas em que se tem o “campo de trabalho retangular, iluminando com fontes de luz em padrão regular, simetricamente espaçadas em duas ou mais fileiras.

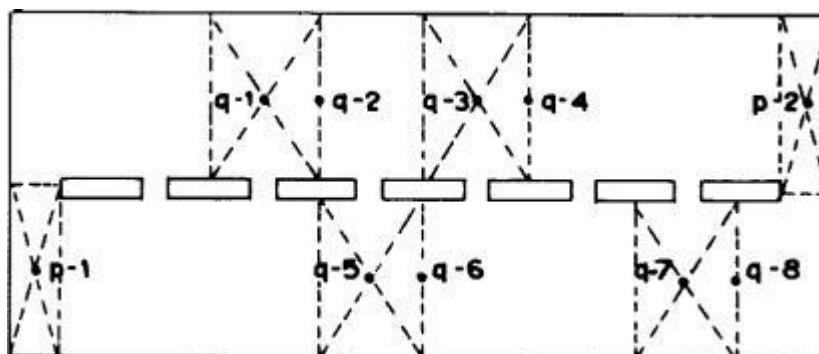
Figura 3 – Modelo 2 empregado na coordenação e parte da biblioteca



Fonte: ABNT NBR 5382 (1985)

De acordo com a ABNT NBR 5382 (1985), situações relacionadas à Figura 3 são aquelas em que se tem a “área regular com luminária central”.

Figura 4 – Modelo 3 empregado na secretaria acadêmica



Fonte: ABNT NBR 5382 (1985)

Conforme descreve a ABNT NBR 5382 (1985), situações que se enquadram à Figura 4 são aquelas em que se tem a “área regular com linha única de luminárias individuais.”

6 PESQUISA E ANÁLISE DE DADOS

Para salas de aulas e laboratórios, considerou-se o modelo da Figura 2 para a realização da coleta dos índices em lumens dos pontos requeridos. Os valores de iluminância artificial coletados em cada um dos pontos indicados pela norma ABNT NBR 5382/85 foram submetidos à Equação (1), que retornou o valor de iluminância média para cada um dos recintos. O valor resultante foi comparado ao valor padrão de iluminância para salas de aula e laboratórios 300lux especificados pela ANBT NBR 5413/92. A seguir tabela de comparação dos dados.

(1)

$$\text{Iluminância média} = \frac{R(N - 1)(M - 1) + Q(N - 1) + T(M - 1) + P}{NM}$$

Onde:

P/R/T/Q = média dos referidos pontos de medição

N = número de luminárias por fila

M = número de filas

Tabela 1 - Valores de iluminância das salas de aula e laboratórios

AMBIENTE AVALIADO	ÍNDICE MÉDIO CALCULADO	ÍNDICE REQUERIDO NORMATIVAMENTE	PERCENTUAL DE VARIAÇÃO
SALA 29	238,74	300	-20%
SALA 28	274,48	300	-9%
SALA27	207,81	300	-31%
LAB MAT	324,25	300	3%
LAB QUI	365,41	300	22%

De acordo com a Tabela 1, iluminação média encontrada, considerando os parâmetros da ABNT NBR 5382/85, para o índice de iluminamento nas salas de aulas 29,28 e 27 apresentaram valores inferiores à referência de 300 lux, embora a sala 28 tenha apresentado índice aceitável, ao passo que as duas outras salas apresentaram percentual de deficiência de luminosidade superior a 20%, o que exigiria algum tipo de intervenção. Uma proposta válida, considerando a distribuição atual da iluminação, seria a inserção de lâmpadas adicionais nos padrões das já utilizadas. Considerando que o percentual de diferença não é tão significativo, logo não se torna necessárias ações complexas para alteração do ambiente. Já em

relação aos laboratórios avaliados, ambos apresentaram valores superiores ao mínimo da ABNT NBR 5413/92, mas em quantidade proporcional que não prejudica a realização das tarefas nestes ambientes.

Para a sala da coordenação do curso de engenharia de produção e para as salas de estudos coletivos da biblioteca foi empregado o modelo da Figura 3, tendo sido calculado a média dos quatro pontos, conforme indicação normativa, e, posteriormente, comparada a ANBT NBR 5413/92 que tem como padrão o valor mínimo de 100 lux de iluminância artificial para os tipos de ambientes avaliados. O resultado final foi alcançado ao se fazer leituras nos pontos p1, p2, p3 e p4, calculando a média aritmética dos quatro pontos, que é iluminância média da área e cujo resultado é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2–Valores de iluminância sala de coordenação e sala de estudos coletivos

AMBIENTE AVALIADO	ÍNDICE MÉDIO CALCULADO	ÍNDICE REQUERIDO NORMATIVAMENTE	PERCENTUAL DE VARIAÇÃO
SALA COOR	145,5	100	46%
SALA ESTUD 1	159,75	100	60%
SALA ESTUD 2	153,75	100	54%

Para os parâmetros normativos, o índice de iluminamento na sala da coordenação e nas salas de estudos da biblioteca apresentaram valores superiores ao padrão exigido de 100 lux, não havendo necessidade de alterações na iluminação destes recintos.

Já para secretaria acadêmica utilizou se o modelo da Figura 4. Da mesma forma que os recintos anteriores, os dados foram calculados segundo fórmula indicada na ABNT NBR 5382/85, que para este modelo segue a equação (2). Os dados coletados foram comparados aos padrões normativos para este tipo de ambiente, o mínimo de 200 lux de iluminância artificial. A resposta é apresentada na Tabela 3.

$$\text{Iluminância a média} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} \quad (2)$$

Onde:

P/Q = média dos referidos pontos de medição

N = números de luminárias

Tabela 3 - Valores de iluminância da secretaria acadêmica

AMBIENTE AVALIADO	ÍNDICE MÉDIO CALCULADO	ÍNDICE REQUERIDO NORMATIVAMENTE	PERCENTUAL DE VARIAÇÃO
SECRETARIA	173,13	200	-14%

O índice de iluminação na secretaria acadêmica demonstrou um resultado abaixo do padrão de 200 lux indicado como referência pela ABNT NBR 5413/92. Tal resultado demonstra a necessidade de verificar a condição de iluminação no ambiente. No entanto, é importante mencionar, no dia da medição de iluminância, havia uma lâmpada queimada, o que interfere significativamente no resultado obtido. Considera-se pertinente que haja nova avaliação considerando o funcionamento pleno de todas as lâmpadas do ambiente para, então, chegar a um parecer mais preciso.

Os resultados de avaliação de cada ponto em cada um dos recintos são apresentados no Apêndice A.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A iluminação adequada de um ambiente pode ser considerado um fator importante para a condição adequada da realização do trabalho e do estudo, podendo interferir diretamente na capacidade da realização das tarefas impostas e, conseqüentemente, da produtividade dos indivíduos inseridos em tais ambientes.

Avaliar a condição de iluminancia desses locais passa a ser, então, um fator chave para manter um ambiente ergonomicamente correto.

É válido ressaltar que, embora a Norma Regulamentadora 17 estabeleça critérios de obrigatoriedade para adequações ergonômicas dentro das organizações,

o estudo e aplicação dos conceitos da ergonomia não se restringem a fatores de segurança e saúde, mas se estende as condições que promovam a produtividade. Uma das áreas que contribuem para condição ergonômica adequada é a iluminação do ambiente.

O fator iluminação é útil não apenas para o trabalho, mas também no aspecto educacional, podendo interferir diretamente no processo de aprendizado pelos alunos. A própria norma ABNT NBR 5413 (1992) também especifica valores de iluminação para ambientes escolares, tendo níveis mínimo e máximo de iluminância variando entre 300 lux e 700 lux, o valor máximo de iluminância 700 lux tende a produzir ofuscamento, e devem ser controlado através de dispositivos de ofuscamento, ao passo que os valores inferiores ao mínimo 300 lux tendem a gerar desconforto visual acarretando em problemas de saúde dos olhos. Outros fatores como paredes, tetos, móveis e equipamentos devem ser, preferencialmente, de cores claras, pois refletem a luz e não geram ofuscamento, podendo aumentar a luminosidade em até 35% e possibilitando a redução de consumo da energia elétrica na iluminação.

No presente estudo foi possível identificar a situação de iluminação em parte de uma instituição de ensino superior. Com foco oferecer aos interessados um estudo em ergonomia e iluminação, para apoio nas decisões de aprimoramento dos ambientes de estudo. Para tal, um dos requisitos considerados foi que a média dos valores de iluminância dos ambientes escolhidos estivesse de acordo com a norma ABNT NBR 5413/92.

Os resultados alcançados demonstram que, pelo menos, mais de dois terços dos ambientes estão adequados aos parâmetros normativos, ou seja, três dos nove recintos analisados estão fora de conformidade. Há que se destacar que um dos locais com falta de conformidade não possuía, no momento da avaliação, condição de iluminação plena, afetando o resultado final para esta variável. Em relação aos outros dois recintos há necessidade de intervenção para adequação da iluminação. O ponto a destacar reside no fato de que os ambientes com deficiência de iluminação são justamente duas salas de aulas.

Cabe a sugestão da ampliação do estudo estendendo as análises de iluminância aos demais recintos da instituição analisada, incluindo, principalmente, todas as salas de aula. Assim, seria possível determinar se o resultado alcançado neste estudo são situações isoladas ou se o problema se repete em outras salas de

aula.

ERGONOMIC COMFORT ANALYSIS BY ENVIRONMENTAL LIGHTING ASSESSMENT: A field study applied to a HEI

SUMMARY

The main objective of the present study is to compare and evaluate the lighting efficiency levels in the academic environment, the quality of artificial lighting in the classrooms of a higher education network, to, if necessary, propose improvements to the conditions of the teaching environment. for comfort, safety and productivity. The quantitative method, with the descriptive research mode, used the field research method in the João Monlevade educational institution, measurements were made to check the illuminance levels of the classrooms and other enclosures, according to standard NBR 5382 (1985). and NBR 5413 (1992). For data collection was used illumination measurement through luximeter, where the data were analyzed and compared for later verification if the illumination levels are those specified by the norms. The results presented to the heads of the higher education institution what is the current scenario that students have been learning practices, considering efficiency and ergonomic comfort, besides the proposition of measures to optimize the teaching environment.

Keywords: Illuminance. Ergonomics. Ergonomic comfort. HEIs.

REFERÊNCIAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5382/1985 – Verificação de iluminância de Interiores.

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5413/1992 – Iluminância de Interiores. ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO/CIE 8995-1/2013 - Iluminação de ambientes de trabalho.

BERTOLOTI, Dimas. (2007). **Iluminação natural em projetos de escolas: uma proposta de metodologia para melhorar a qualidade da iluminação e conservar energia**. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo. São Paulo.

BITENCOURT, N. S. F.: **Estudo Ergonômico do Índice de Iluminação no Setor de Almojarifado de uma Construtora Civil**. Anais do 1 SIGEPRO – Simpósio Gaúcho de Engenharia de Produção. São Leopoldo, RS, 2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Normas Regulamentadoras. **NR-17 – Ergonomia**. Brasília: **Ministério do Trabalho e Emprego, 1990**. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/imagens/Documentos/SST/NR/NR17.pdf> Acessado em 17 de setembro 2019.

CAMARGO, M. C.; CAMILA, S. **A Importância da Iluminação no Ambiente Escolar**. Revista On-Line IPOG ESPECIALIZE. Campo Grande, MS 2014

DIAS, Amanda Fontes Aragão. **Análise do uso da luz natural em salas de aula: estudo de caso em Aracaju-SE**. Maceió, 2011. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas.
GIL, Antônio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

HYBINER J. M. B. M. **Análise da iluminação em secretarias de escolas da rede de ensino de João Monlevade MG**. 2015. 147 f. Dissertação (Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo). Universidade federal de viçosa, Minas Gerais, 2015.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005
KROEMER, K. H. E., Grandjean, E. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MORESI, E.A.D. **Apostila de metodologia da pesquisa**. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 2003.

VIDAL, Mário César. **Guia para Análise Ergonômico do trabalho na empresa: Uma metodologia realista, ordenada e sistemática**. Rio de Janeiro: Editora Virtual Científica, 2008.

WISNER, A. **A análise da atividade em trabalhos complexos**. In **Por dentro do trabalho: ergonomia, método e técnica**. São Paulo, FTD, Oboré, 1987.

APÊNDICE A - Os resultados das avaliações dos pontos por recinto

Medição	SALAS DE AULA			LABORATÓRIOS		BIBLIOTECA
	29	28	27	MATERIAIS	QUÍMICA	
P1	188	154	127	148	194	126
P2	226	170	126	252	347	208
T1	229	219	206	214	260	224
T2	243	250	195	251	340	262
T3	256	225	215	252	253	220
T4	255	176	193	355	322	245
Q1	221	270	186	228	293	225
Q2	215	285	168	154	277	214
Q3	224	272	167	247	499	280
Q4	175	279	194	315	467	275
R1	255	308	202	246	291	357
R2	261	242	209	174	325	295
R3	220	314	205	308	337	323
R4	255	306	255	352	360	319
R5	241	265	206	381	409	306
R6	250	300	244	340	393	344
R7	302	278	233	390	346	335
R8	254	288	271	403	507	323

SECRETARIA		SALA DA COORDENAÇÃO		SALAS DE ESTUDOS COLETIVOS	
P1	82	P1	126	215	139
P2	182	P2	170	130	250
Q1	201	P3	143	162	98
Q2	258	P4	143	132	128
Q3	211				
Q4	249				
Q5	308				
Q6	257				
Q7	298				
Q8	261				